

Bundesministerium
für Bildung
und Forschung



Natürlich. Digital. Nachhaltig.

Ein Aktionsplan des BMBF



Inhaltsverzeichnis

Kurzübersicht 3

Digitalisierung mit Weitblick: Eine Chance und Aufgabe für Nachhaltigkeit 5

Strategische Einordnung des Aktionsplans 7

Unsere Grundüberzeugungen und Handlungsfelder 8

Handlungsfeld 1: Grundlagen für digitale Nachhaltigkeit schaffen 10

1a. Bildung für nachhaltige, digitale Zukunftskompetenz 10
1b. Grundlagen für Sicherheit und Vertrauen in der digitalen, nachhaltigen Zukunft 12
1c. Wissenschaftliche Grundlagen zur Nutzung von Daten für gesellschaftliche Innovationen 14

Handlungsfeld 2: Digitale Technologien nachhaltig gestalten 16

Handlungsfeld 3: Nachhaltigkeitsziele digital erreichen 19

3a. Digitale Innovationen für Energiewende, Umwelt- und Klimaschutz 19
3b. Ressourceneffizientes, digitales Wirtschaften 22
3c. Nachhaltige, digitale Innovationen für Wohlstand und zukunftsfähige Lebens- und Wirtschaftsräume 24
3d. Digitale Innovationen für die Gesundheitsversorgung 26

Exkurs: Digitalisierung & Nachhaltigkeit in der institutionellen Förderung 28

Fußnoten 30

Impressum 31

Kurzübersicht

Angesichts der zahlreichen ökologischen und gesellschaftlichen Herausforderungen unserer heutigen Zeit wie Klima- und Artenschutz und soziale Ungleichheit wird die Notwendigkeit für eine nachhaltige Entwicklung immer deutlicher. Gleichzeitig schafft der digitale Wandel für uns neue Realitäten und Möglichkeiten und gestaltet unsere Wirtschafts- und Lebenswelten um. Vor diesem Hintergrund ist klar: Digitalisierung und nachhaltige Entwicklung müssen konsequent zusammengeführt werden, um eine digitale, nachhaltige Zukunft möglich zu machen. Der Einsatz von digitalen Technologien kann die nachhaltige Entwicklung in vielen Bereichen unterstützen und beschleunigen – sei es durch datengetriebene Effizienzsteigerungen oder digitale Innovationen beispielsweise für nachhaltige Stadtentwicklung, Kreislaufwirtschaft und Energiewende. Auch für Bildung, Gesundheit und soziale Innovationen eröffnen sich umfassend neue Chancen. Jedoch gilt es ebenso digitale Prozesse und Technologien gezielt nachhaltiger zu gestalten. Denn Energie- und Ressourcenverbräuche müssen begrenzt werden. Bildung, Forschung und Innovation sind der Schlüssel, um Digitalisierung und Nachhaltigkeit zusammenzuführen. Mit dem Aktionsplan „Natürlich.Digital.Nachhaltig." setzt das BMBF hierfür ein entscheidendes Zeichen, das erstmals die bildungs- und forschungspolitischen Aktivitäten konsequent zusammenbringt.

Wir verfolgen dabei einen umfassenden Ansatz, der sich von der Bildung über die Grundlagen- und Methodenforschung bis hin zur Anwendung erstreckt. Der Ansatz leistet damit einen Beitrag zur Erreichung der Ziele für eine nachhaltige Entwicklung (Sustainable Development Goals, SDGs) der Agenda 2030 der Vereinten Nationen. Wir setzen dabei folgende Schwerpunkte:

1. **Wir schaffen die Grundlagen für nachhaltige, digitale Innovationen.** Über die Förderung von Bildung für Menschen aller Alters- und Ausbildungsstufen verankern wir Kompetenzen und Fähigkeiten für nachhaltiges Handeln in einer zunehmend digitalisierten Welt in der Gesellschaft. Wir fördern außerdem die Sicherheit digitaler Technologien, um das Individuum und seine Rechte zu schützen und die Vertrauensbasis für nachhaltige digitale Innovationen zu stärken.

2. **Wir machen digitale Technologien nachhaltiger.** Wir fördern Methoden und Technologien, die den Energie- und Ressourcenverbrauch digitaler und digitalisierter Infrastrukturen und Anwendungen reduzieren und die Wiederverwertung der eingesetzten Produkte bereits in der Entwicklung mitberücksichtigen.

3. **Wir schaffen digitale Innovationen als Beitrag zur Umsetzung der Agenda 2030.**
   Mit der Entwicklung und Anwendung digital-gestützter Innovationen leisten wir einen Beitrag zu den Nachhaltigkeitszielen der Agenda 2030, beispielsweise zum Schutz von Klima und Umwelt. Wir fördern mit Hilfe der Digitalisierung nachhaltige Städte und Kreislaufwirtschaft, ermöglichen neue Formen der Mobilität und Energieversorgung und entwickeln die Gesundheitsversorgung der Zukunft.

Digitalisierung mit Weitblick: Eine Chance und Aufgabe für Nachhaltigkeit

Der gesellschaftliche Wandel wird heute zunehmend von zwei großen Transformationen bestimmt: Auf der einen Seite durchdringt die Digitalisierung Wirtschaft und Gesellschaft und verändert nahezu jeden Aspekt unseres Alltags. Auf der anderen Seite rückt die Notwendigkeit für eine nachhaltige Entwicklung immer stärker in den Fokus, weil die Einflüsse unserer Lebens- und Wirtschaftsweise auf Umwelt und Gesellschaft immer klarer werden, beispielsweise auf das Klima oder den sozialen Zusammenhalt. Es muss darum gehen, diese beiden Entwicklungen zusammenzuführen. Denn die Digitalisierung bietet zahlreiche Chancen für eine nachhaltige Entwicklung und stellt einen innovativen Werkzeugkasten zur Erreichung der Nachhaltigkeitsziele bereit. Gleichzeitig besteht aber das Risiko, negative Trends, wie zum Beispiel einen steigenden CO_2-Ausstoß oder die Gefährdung der informationellen Selbstbestimmung durch mehr Digitalisierung noch zu verstärken.[1] Diese Zielkonflikte erkennt das BMBF an. Mit dem Aktionsplan „Natürlich.Digital.Nachhaltig.“ wollen wir einen Beitrag dazu leisten, die Digitalisierung auf eine nachhaltige Entwicklung auszurichten.

Wir verstehen unter einer nachhaltigen Entwicklung zum einen die Agenda 2030 der Vereinten Nationen (United Nations, UN) mit ihren 17 Nachhaltigkeitszielen (Sustainable Development Goals, SDGs). Zum anderen orientiert sich das BMBF an einem übergreifenden Nachhaltigkeitsverständnis, das auf Gerechtigkeit beruht: Alle Menschen, insbesondere der nächsten Generationen, sollen in sozialer, ökonomischer und ökologischer Hinsicht eine gerechte Chance auf ein gutes Leben haben.

Ein ermutigendes Zeichen für die Ausrichtung der Digitalisierung auf eine nachhaltige Entwicklung ist, dass schon heute für fast jedes SDG positive Auswirkungen der Digitalisierung spürbar sind.[2] Prozesse und Systeme werden schneller, günstiger, agiler und in Echtzeit steuerbar. Sie ermöglichen beispielsweise schon heute die Optimierung von Liefer- und Wertschöpfungsketten und dadurch Ressourcen- und Energieeinsparungen. Die Erfassung, Verknüpfung und intelligente Auswertung von Daten ermöglicht es, Krankheiten präziser zu diagnostizieren, ein systematisches Monitoring der Artenvielfalt durchzuführen und komplexe Veränderungen von Erdsystemen – wie unserem Klima – besser zu verstehen. In vielen Bereichen erleichtert die Digitalisierung bereits jetzt das Leben der Menschen und schafft neue wirtschaftliche und gesellschaftliche Möglichkeiten, zum Beispiel durch datenbasierte Innovationen der Sharing Economy.

Die Potenziale der Digitalisierung gehen aber weit über diese ersten Schritte hinaus. Richtig umgesetzt kann die Digitalisierung nicht nur punktuelle, sondern umfassende soziale Innovationen ermöglichen, beispielsweise für gesellschaftliche Teilhabe, Bürgerpartizipation, lebenslanges Lernen oder die Gesundheitsversorgung der Zukunft. Darüber hinaus kann sie entscheidend zur Umsetzung einer dekarbonisierten, ressourceneffizienten Kreislaufwirtschaft, zur Energiewende oder zur Steuerung von komplexen ökologischen und gesellschaftlichen Systemen beitragen.

Gleichzeitig zeigen sich auch negative Auswirkungen digitaler Technologien. Schon heute sind sie – vergleichbar dem Flugverkehr – für 4% der weltweiten Treibhausgasemissionen verantwortlich. Dieser Anteil wird sich bis 2025 schätzungsweise verdoppeln. Dafür ist vor allem der Energieverbrauch mit Steigerungsraten von jährlich 9% verantwortlich [3]. Auch führen nicht alle erzielten Effizienzsteigerungen zu Ressourceneinsparungen. Denn daraus folgende Kosten- und Preissenkungen können den Konsum steigern und so ganz im Gegenteil zu einem höheren Ressourcenverbrauch führen.[4] Darüber hinaus werfen digitale Innovationen neue Fragen im Hinblick auf (Daten-) Sicherheit und Selbstbestimmung auf. Als Folge dessen sinkt das Vertrauen der Menschen in digitale Technologien und führt letztlich auch dazu, dass die Potenziale der Digitalisierung für mehr Nachhaltigkeit nicht ausgeschöpft werden.

Es ist Aufgabe der Politik, die Rahmenbedingungen, Anreize und Impulse so zu setzen, dass die Chancen der Digitalisierung genutzt werden und gleichzeitig den Risiken begegnet wird. Nur so kann der nachhaltigen Entwicklung durch die Dynamik der Digitalisierung ein zusätzlicher Schub verliehen und die beiden großen Transformationen zusammengeführt werden. Dafür ist ein breiter Ansatz unabdingbar, denn Digitalisierung und nachhaltige Entwicklung sind Querschnittsthemen, die alle Gesellschafts- und Wirtschaftsbereiche durchziehen.

Das BMBF stellt sich mit seinem Aktionsplan „Natürlich.Digital.Nachhaltig.“ entsprechend breit auf und schafft erstmals einen umfassenden bildungs- und forschungspolitischen Ausgangspunkt für zukunftsweisende Initiativen. Es gilt, mit gezielter Bildung und Forschung digitale Technologien nachhaltig zu gestalten. Und es gilt, digitale Lösungsansätze und darauf aufbauende soziale Innovationen für Nachhaltigkeitsziele einzusetzen. Wir wollen so eine breite Basis für eine gemeinsame, nachhaltige und digitale Zukunft schaffen.

Strategische Einordnung des Aktionsplans

Der **Aktionsplan „Natürlich.Digital.Nachhaltig“** beschreibt den umfassenden Ansatz des BMBF für den Querschnittsbereich Nachhaltigkeit und Digitalisierung. Es werden laufende und neue Maßnahmen vorgestellt, die das drängende Ziel einer digitalgestützten Nachhaltigkeit unterstützen.

Der Aktionsplan steht im Kontext der **Deutschen Nachhaltigkeitsstrategie** der Bundesregierung und des Programms **„Forschung für Nachhaltige Entwicklung“** (FONA) des BMBF. Denn in den Neuauflagen der Deutschen Nachhaltigkeitsstrategie und FONA ab 2020 soll auch die Digitalisierung verstärkt in den Blick genommen werden.

Der Aktionsplan steht außerdem im Kontext der **Hightech-Strategie 2025**, der **Strategie für Künstliche Intelligenz** (KI) und der **Digitalstrategie des BMBF**. Diese Strategien haben das gemeinsame Ziel, die Wirtschafts- und Lebensweise in Deutschland durch Forschung und Innovationen so zu gestalten, dass zugleich die Wettbewerbsfähigkeit gestärkt, die natürlichen Lebensgrundlagen erhalten und der soziale Ausgleich gewahrt werden können. Insbesondere die Digitalstrategie des BMBF enthält für den Erhalt der natürlichen Lebensgrundlagen bereits konkrete Ansätze.

Unsere Grundüberzeugungen und Handlungsfelder

Wir vertreten die Überzeugung, dass eine nachhaltige Digitalisierung nur gelingen kann, wenn die Menschen darauf vertrauen, dass sich ihr Leben durch die Digitalisierung signifikant verbessert. Dieses Vertrauen setzt voraus, dass Forschung und Entwicklung im Bereich der Digitalisierung sich insbesondere auch an den Grundsätzen der nachhaltigen Entwicklung und der Umsetzung der von den Vereinten Nationen verabschiedeten Agenda 2030 für nachhaltige Entwicklung orientieren. Denn das Ziel von nachhaltiger Entwicklung ist ein gutes Leben der heutigen und zukünftigen Generationen. Deshalb beruht unser Handeln auf folgenden Überzeugungen:

A. **Die Digitalisierung muss den Menschen in seiner individuellen Entfaltung unterstützen.** Die Voraussetzung für das Wohl der Menschen ist seine individuelle Entfaltung. Diese ist unabdingbar verknüpft mit der Freiheit, Selbstbestimmung, Sicherheit und Gesundheit der Menschen. Diese Ziele sind damit auch im digitalen Wandel zentral. Digitale Innovationen sollen diese Ziele unterstützen und müssen so entwickelt werden, dass sie keine gegenläufigen Auswirkungen haben.

B. **Digitale Technologien müssen der Gesellschaft dienen.** Digitale Innovationen können entscheidende Beiträge zur Umsetzung der 17 Nachhaltigkeitsziele in sozialer Hinsicht leisten. Dabei ist gesellschaftlicher Zusammenhalt ein Wert, an dem sich auch die Digitalisierung messen lassen muss. Gesellschaftlicher Wohlstand und Teilhabe sowie Wettbewerbs- und Innovationsfähigkeit durch Digitalisierung bereiten dafür eine Grundlage.

C. **Die Digitalisierung soll dem Erhalt der natürlichen Lebensgrundlagen dienen und darf ihm nicht entgegenstehen.** Dies bedeutet, dass natürliche Ressourcen, Ökosysteme und ihre Artenvielfalt sowie das Klima geschützt werden. Sie soll damit einen Beitrag zur Umsetzung der Nachhaltigkeitsziele in ökologischer Hinsicht leisten und dabei helfen, Ökonomie und Ökologie miteinander zu vereinbaren.

Das BMBF leitet daraus drei Handlungsfelder für den Aktionsplan „Natürlich.Digital.Nachhaltig." ab:

1. **Grundlagen für digitale Nachhaltigkeit schaffen.** Digitale Technologien und Innovationen können wesentlich zur Erreichung von Nachhaltigkeitszielen

beitragen. Dafür muss jedoch eine Basis geschaffen werden. So muss gute Bildung den Menschen die notwendigen Kompetenzen vermitteln, um nachhaltige digitale Innovationen zu entwickeln und einzusetzen. Bildung schafft außerdem die Voraussetzung dafür, um in einer digitalisierten Welt nachhaltige Entscheidungen zu treffen. Ebenso müssen die Menschen auf die Sicherheit und den Schutz ihrer Daten vertrauen können, ansonsten ist der Schutz des Individuums und die nachhaltige Nutzung der Daten gefährdet. Zusätzlich sind methodische Grundlagenforschung und digitale Dateninfrastrukturen essenziell, um Daten für nachhaltige Innovationen zu nutzen.

2. **Digitale Technologien nachhaltiger gestalten.** Wir wollen mit neuen Erkenntnissen aus der Forschung digitale Technologien selbst nachhaltiger gestalten. So sollen weniger Energie und Ressourcen zum Betrieb digitalisierter Infrastrukturen, Systeme und Endgeräte eingesetzt werden. Ziel ist es, mögliche negative Auswirkungen der Digitalisierung zu begrenzen und damit Menschen, Gesellschaft und Umwelt zu schützen.

3. **Nachhaltigkeitsziele digital erreichen.** Digitale Technologien ermöglichen es, neue Erkenntnisse über komplexe Fragestellungen zu gewinnen und daraus neue Lösungsansätze zu entwickeln. Wir wollen digitale Techniken und Methoden gezielt für die Erreichung von Nachhaltigkeitszielen entwickeln. So sollen digitale Innovationen geschaffen werden, die dem Wohle der Menschen, der Gesellschaft und dem Erhalt der natürlichen Lebensgrundlagen dienen. Damit leisten wir einen Beitrag zur Umsetzung der Agenda 2030.

Handlungsfeld 1: Grundlagen für digitale Nachhaltigkeit schaffen

1a. Bildung für nachhaltige, digitale Zukunftskompetenz

Das BMBF unterstützt die Ziele für nachhaltige Entwicklung.





Was wir wollen

Damit der digitale Wandel auch ein Wandel hin zu mehr Nachhaltigkeit ist, müssen die Digital-und Nachhaltigkeitskompetenzen der Menschen erweitert werden. Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE) ist dafür eine wichtige Voraussetzung, die es zu nutzen gilt. BNE ermöglicht es, komplexe Zusammenhänge globaler Herausforderungen zu verstehen, verantwortlich zu handeln sowie gesellschaftliche Prozesse im Hinblick auf Nachhaltigkeit kritisch zu hinterfragen. Wir wollen Bildung für nachhaltige Entwicklung in den Bildungsstrukturen verankern, sodass alle Lernenden die Möglichkeit haben, diese Kompetenz zu erwerben. Dies soll in Zukunft auch die nötigen Qualifikationen für die Gestaltung einer nachhaltigen digitalen Welt miteinschließen.

Wo wir stehen

Der **Nationale Aktionsplan** (NAP) **Bildung für Nachhaltige Entwicklung** (BNE) wurde 2017 von der Nationalen Plattform BNE unter Vorsitz des BMBF entwickelt und verabschiedet. Gemeinsam mit Vertretungen der Länder, der Kommunen, aus Wissenschaft, Wirtschaft und der Zivilgesellschaft sind BMFSFJ, BMU und BMZ Mitglieder der Plattform. Das BMBF hat seine Förderung für BNE in den letzten Jahren ausgebaut und unterstützt zahlreiche Maßnahmen entlang der Bildungskette. In ersten Maßnahmen werden bereits gezielt digitale Technologien genutzt und neue Lehrinhalte aufgenommen. Beispiele sind digitale Lehr-/Lernmedien oder Apps zum Einsatz in der Ausbildung im Speditions- und Logistikbereich.

Was wir tun werden

Ab 2020 wird das BMBF als Federführer für die Bundesregierung verstärkt **Digitalisierung als einen neuen Schwerpunkt** in den deutschen BNE-Prozess aufnehmen. Nachhaltigkeit und Digitalisierung sollen stärker verbunden werden und verstärkt

Eingang in die Bildungsstrukturen und -angebote finden. Auch das zukünftige UNESCO-Programm für BNE wird Digitalisierung als zentrales Thema vorantreiben. Den Startschuss des UNESCO-Programms „Education for Sustainable Development: Towards achieving the SDGs" (ESD for 2030) bildet die UNESCO-Auftaktkonferenz im Sommer 2020 in Berlin. Dieses ist mit dem deutschen BNE-Prozess eng verzahnt. Auf der Konferenz wird Digitalisierung ein wichtiges Thema sein.

Wir setzen mit dem BMWi die **Modernisierung der Aus- und Fortbildungsordnungen** fort. Dies geschieht gemeinsam mit den Sozialpartnern und – bezogen auf den Lernort Berufsschule – in enger Zusammenarbeit mit den Ländern. Die Modernisierung läuft in einem schrittweisen Prozess kontinuierlich ab. Dabei setzen wir uns dafür ein, die Vermittlung nachhaltiger und digitaler Kompetenzen in die Aus- und Fortbildungsordnungen aufzunehmen. Das BMBF kann so nah bei den Menschen und ihren alltäglichen Arbeitsweisen und -prozessen ansetzen, beispielsweise 2019 bei der Aktualisierung der Ausbildungsordnung für Gebäudereinigerinnen und Gebäudereiniger.

Das BMBF setzt ab 2020 in gemeinsamer Federführung mit dem Bundesministerium für Arbeit und Soziales und zusammen mit den Sozial- und Wirtschaftspartnern, den Ländern und der Bundesagentur für Arbeit die **Nationale Weiterbildungsstrategie** mit 10 Handlungsfeldern um. Ziel ist es, Antworten auf den Wandel der Arbeitswelt zu formulieren und eine neue Weiterbildungskultur des lebensbegleitenden Lernens in Deutschland zu verankern. Digitalisierung spielt dabei eine wichtige Rolle. In Handlungsfeld 9 soll beispielsweise das Lehrpersonal in der Weiterbildung für den digitalen Wandel qualifiziert werden. Hierbei gilt es unter anderem Kompetenzen für eine nachhaltige Gestaltung neuer digitaler Arbeitsprozesse zu schaffen. Um dies umzusetzen, starten wir 2020 die **Initiative „Berufsbildung für nachhaltige Entwicklung im Transfer für Ausbildungspersonal"**.

1b. Grundlagen für Sicherheit und Vertrauen in der digitalen, nachhaltigen Zukunft



Was wir wollen

Vertrauen und Akzeptanz sind die unabdingbare Voraussetzung für die Nutzung der vielfältigen Chancen der Digitalisierung für die Gesellschaft und für eine nachhaltige Entwicklung. Dafür müssen Fragen zu Sicherheit, Datenschutz, Datensouveränität und dem Recht auf informationelle Selbstbestimmung adressiert werden. Denn die individuelle Entfaltung und der soziale Zusammenhalt sollen auch für eine nachhaltige digitale Entwicklung nicht gefährdet werden. Wir wollen die Forschung zu diesen Sicherheitsthemen vorantreiben, um das Vertrauen in digitale Technologien zu stärken. Denn dies schafft die Grundlage dafür, dass die Menschen digitale Innovationen zur Erreichung von Nachhaltigkeitszielen einsetzen.

Wo wir stehen

Ein Forschungsschwerpunkt des BMBF liegt auf der Selbstbestimmung über die eigenen Daten. Die Entwicklung technischer Möglichkeiten des Datenschutzes wird zum Beispiel seit 2017 mit der **Förderinitiative „Digitale Arbeitswelt“** und seit 2019 mit den **Initiativen „Selbstvermessung und digitale Selbstbestimmung“** sowie **„Ökonomische Aspekte von IT-Sicherheit und Privatheit“** vorangetrieben. Im **Forum Privatheit** werden gesellschaftlich relevante Fragestellungen zum Schutz der Privatheit interdisziplinär analysiert. Dabei geht es etwa um die technologische Gewährleistung von Privatheit, sozial- und wirtschaftswissenschaftliche Aspekte von Privatheit sowie die individuellen Bedürfnisse nach Privatsphäre und Datenschutz.

Wir fördern zudem seit 2019 in der **Leitinitiative Quantenkommunikation „QuNET“** die Technologieentwicklung für künftige abhörsichere Kommunikation auf Basis von Quantentechnologien. Besonders für die Kommunikation staatlicher Stellen hat Sicherheit hohe Relevanz, da sensible und sicherheitsrelevante Daten ausgetauscht werden. Eine abhörsichere Kommunikation in Staat und Verwaltung ist eine Grundvoraussetzung für eine stabile Demokratie, für die Sicherheit von Bürgerinnen und Bürgern und deren Vertrauen in die digitalisierte Welt.

Was wir tun werden

Mit dem neuen **Forschungsrahmenprogramm der Bundesregierung zur IT-Sicherheit und Privatheit** werden wir unsere Forschungsaktivitäten in dem Bereich strategisch weiterentwickeln, um langfristig das Vertrauen in digitale Technologien zu stärken. Dafür startet 2020 ein **Agendaprozess**, der das Knowhow von weiteren Ressorts und Fachleuten einbindet. Ziel ist es, die Forschungsagenda für den Zeitraum 2021 bis 2025 festzulegen.

In unserer **Initiative Mensch-Technik-Interaktion für digitale Souveränität** fördern wir ab 2020 Entwicklungen, die Nutzer zu einem souveränen Umgang mit Daten befähigen, zum Beispiel indem sie verständlich darstellen, welche Daten digitale Systeme erfassen, verarbeiten, kombinieren und weiterleiten.

Wir starten ab 2021 die **Forschungsinitiative „Resilienz digitaler Systeme“**, denn digitale Infrastrukturen werden zunehmend komplexer und anfälliger für Störungen und Angriffe. Ziel ist es, die Forschung an digitalen Systemen zu fördern, die die Fähigkeit haben, Störungen und Angriffe schnell und selbstständig zu identifizieren, Auswirkungen auf das System zu minimieren und möglichst schnell in den Normalzustand zurückzukehren.

Wir werden ab 2021 ein **neues Forschungsprogramm für interaktive Technologien** aufsetzen. Diese sollen stärker für gesamtgesellschaftliche Ziele – wie ein menschliches und soziales Miteinander und verbesserte Teilhabe und Souveränität des Einzelnen – eingesetzt werden. Dazu zählen beispielsweise Analyse- und Interaktionssysteme, die dem Menschen Nachhaltigkeitszusammenhänge vermitteln, um souveräne, persönliche Entscheidungen zum eigenen Verbrauchsverhalten treffen zu können.

1c. Wissenschaftliche Grundlagen zur Nutzung von Daten für gesellschaftliche Innovationen



Was wir wollen

Im digitalen Zeitalter sind Daten eine Schlüsselressource für Wissenschaft und Gesellschaft: Die Möglichkeit, Daten zu nutzen, zu verknüpfen und auszuwerten, ist eine Grundlage für Innovationen und neues Wissen. Digitale Infrastrukturen und mathematische Analysemethoden bilden deshalb die Basis für anwendungsbezogene digitale Lösungen, die der Gesellschaft dienen. Sie sind damit auch Grundlage, um völlig neue nachhaltige Lösungsansätze zu entwickeln. Ziel des BMBF ist es, wissenschaftliche Infrastrukturen schaffen, die es erlauben, relevante Daten bereitzustellen, besser zu nutzen und schneller auszuwerten. Weiterhin streben wir an, durch die mathematische Grundlagenforschung neue Analyseverfahren zu ermöglichen, die zur Erreichung der Nachhaltigkeitsziele beitragen. Im Handlungsfeld 2 fördert das BMBF außerdem die Entwicklung energie- und ressourceneffizienter digitaler Technologien.

Wo wir stehen

Im Jahr 2018 haben wir den Prozess für den Aufbau der **Nationalen Forschungsdatenstruktur (NFDI)** gestartet. Mit der NFDI sollen Forschende einen besseren Zugang zu qualitätsgeprüften Forschungsdaten erhalten und in ihrer Arbeit durch eine datenorientierte Infrastruktur unterstützt werden. Forschungsdaten sollen langfristig und disziplinübergreifend gesichert und (nach-)nutzbar sein. Bund und Länder werden den Aufbau der NFDI zunächst bis Ende 2028 fördern.

Im **Gauss Centre for Supercomputing** fördern das BMBF, Baden-Württemberg, Bayern und Nordrhein-Westfalen die drei leistungsstärksten Rechner in Deutschland. Denn ohne Simulationsverfahren auf Hoch- und Höchstleistungsrechnern ist moderne Grundlagenforschung undenkbar. Bereits heute werden die Supercomputer unter anderem dafür genutzt, komplexe Klimamodelle zu simulieren oder das Design von Windkraftanlagen zu verbessern. Darüber hinaus läuft seit Ende 2018 der **Aufbau des Nationalen Hochleistungsrechnens (NHR)**. Damit wird ein zukunftsfähiger Verbund von Hochleistungsrechnern errichtet, der das

wissenschaftliche Rechnen an Hochschulen stärkt und den deutschlandweiten Zugang sichert.

Das BMBF fördert mit dem **Schwerpunkt Mathematik für Innovationen** seit 2016 die Entwicklung von neuen mathematischen Modellen, Simulationen und Optimierungsverfahren als Grundlage für innovative Lösungen im Nachhaltigkeitsbereich. Seit 2016 fördert das BMBF mathematische Forschung für den Bereich Gesundheit und seit 2017 für die Energiewende. Entwickelt werden beispielsweise Modelle für eine medizinische Versorgung auf dem Land oder mathematische Methoden für eine effiziente und umweltverträgliche Energieversorgung.

Seit 2019 fördert das BMBF das **Center for Advanced System Understanding (CASUS)**. CASUS nutzt Hochleistungsrechner und neue Methoden wie maschinelles Lernen und Künstliche Intelligenz zur Auswertung umfangreicher Datenmengen. Ziel ist es, digitale Abbilder komplexer Systeme mit gesellschaftlicher Relevanz zu erschaffen. In der Erdsystemforschung kann so beispielsweise die gesamte Vielfalt der Ereignisketten – inklusive Rückkopplungen und Vorhersagen – von Ökologie, Klima, Wirtschaft und Gesellschaft untersucht werden.

Was wir tun werden

Ab Herbst 2020 soll die Förderung der ersten Konsortien der **Nationalen Forschungsdatenstruktur (NFDI)** starten. In den Konsortien werden dafür Nutzer und Anbieter von Forschungsdaten zusammenarbeiten und gemeinsam existierende Datensammlungen und Dienste zusammenführen. Ausgerichtet an den FAIR-Prinzipien sollen die Akteure übergreifende Standards und Lösungen für das Forschungsdatenmanagement in Deutschland entwickeln. Gleichzeitig bietet die NFDI das Potenzial, Kernelement einer European Open Science Cloud zu werden.

Der Verbund von **NHR-Zentren** wird ab 2021 das Hochleistungsrechnen strategisch koordinieren und weiterentwickeln. Ein solches Netzwerk wird zu einer deutlichen Kapazitätssteigerung für Wissenschaft und Nachhaltigkeitsforschung führen, beispielsweise für das Rechnen komplexer Klimamodelle. Ein Ziel wird es außerdem sein, den Einsatz energieeffizienter Systeme zu prüfen.

Wir werden ab 2020 im **Förderschwerpunkt Mathematik für Innovationen** die Forschung für den Umgang mit großen und vielfältigen Datenmengen noch weiter ausbauen. Die Schwerpunkte liegen unter anderem in den Bereichen ressourcensparendes Wirtschaften und nachhaltige Logistik. Dabei wird auch insbesondere der Transfer in die wirtschaftliche Anwendung berücksichtigt.

Handlungsfeld 2: Digitale Technologien nachhaltig gestalten

Das BMBF unterstützt die Ziele für nachhaltige Entwicklung.









Was wir wollen

Der Einsatz der Digitalisierung bietet für eine Vielzahl von Handlungsfeldern der nachhaltigen Entwicklung wie Umwelt- und Klimaschutz, aber auch soziale Innovationen, große Chancen. Besonders durch erhöhte Energie- und Ressourcenverbräuche können digitale Technologien jedoch auch nachteilige Auswirkungen haben. Diese laufen insbesondere dem Umwelt- und Klimaschutz durch vermehrte CO_2-Emissionen und Umweltverschmutzung entgegen. Gerade vor dem Hintergrund der rasanten Entwicklung und Verbreitung neuer digitaler Anwendungen wie Cloud Computing, Industrie 4.0, Streaming und Künstlicher Intelligenz muss der damit verbundene enorme Stromverbrauch dringend begrenzt werden. Diese Forderung gilt selbst dann, wenn der notwendige Strom aus erneuerbaren Energien gedeckt werden kann: unnötige Aufwände in der Speicherung, Übertragung, Auswertung oder Aufbereitung von Daten sind zu vermeiden. Unser Ziel ist es daher, durch technologische Innovationen eine nachhaltige, energie- und ressourcenschonende Gestaltung der Digitalisierung zu ermöglichen.

Wo wir stehen

Mit dem Ziel nachhaltiger, digitaler Technologien fokussieren wir uns auf nachhaltige Soft- und Hardware sowie Speichertechnologien.

Energieeffiziente Software, Algorithmen sowie Methoden der Künstlichen Intelligenz sind ein entscheidender Hebel, um die Digitalisierung nachhaltiger zu gestalten. Seit 2019 fördert das BMBF deshalb in der 6. Runde der **Initiative „Software Sprint“** das Thema nachhaltige Open Source-Projekte. Im Fokus stehen Projekte, die die Entwicklung und den Betrieb von Werkzeugen und Lösungen ressourceneffizienter gestalten.

Im Jahr 2019 haben wir den **Pilotwettbewerb für Sprunginnovationen „Energieeffizientes KI-System“** gestartet. Es werden Lösungen für KI-Elektroniksysteme entwickelt, die Berechnungen möglichst energieeffizient durchführen. Sie werden für

das zuverlässige Erkennen eines Krankheitsbildes am Beispiel des Vorhofflimmerns auf Basis von EKG-Daten erprobt. Die entwickelte Rechenhardware ermöglicht über dieses konkrete Beispiel hinaus viele weitere Anwendungen, für die Energieeffizienz ein entscheidendes Kriterium ist, zum Beispiel in der Medizintechnik oder in der Industrie 4.0.

Seit 2016 treibt das BMBF mit den zwei **Förderinitiativen „Kompakte und robuste Leistungselektronik der nächsten Generation“** und **„Zuverlässige, intelligente und effiziente Elektronik für die Elektromobilität“** Innovationen zur Verbesserung des Wirkungsgrads und damit der Energieeffizienz von Elektroniksystemen voran. Anwendung finden diese Innovationen beispielsweise in Ladestationen, Solar- und Windkraftanlagen, den Energienetzen, Industrieantrieben, Elektrofahrzeugen, der Bahntechnik und in der Luftfahrt.

Wir unterstützen Forschungsinfrastrukturinitiativen, die Energieeffizienz von Anfang an mitdenken. Ein Beispiel ist der 2016 fertiggestellte **„Green IT Cube“** am GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung. Dies ist ein besonders energieeffizientes Höchstleistungsrechenzentrum. Die Abwärme des Rechenzentrums wird unter anderem zur Heizung und Klimatisierung des Büro- und Kantinengebäudes am GSI genutzt.

Seit Anfang 2019 bündelt das BMBF im **Dachkonzept „Forschungsfabrik Batterie“** seine Fördermaßnahmen für die Batterieforschung. Denn Batterien sind essenzielle Bestandteile mobiler digitaler Anwendungen wie Smartphones, elektrischer Fahrzeuge und für das Gelingen der Energiewende. In aktuell drei Kompetenzclustern der „Forschungsfabrik Batterie“ soll die gesamte Wertschöpfungskette von der Materialentwicklung über die Batterieproduktion bis zum Recycling in Deutschland abgebildet werden. Insbesondere für die **Forschungsfertigung Batteriezelle** bilden Modelle, Simulationen und Digitale Zwillinge sowie effiziente, ressourcensparende Fertigungs- und Recyclingverfahren eine wichtige Grundlage. Durch den Aufbau einer Forschungsbatteriezellproduktion in Deutschland können außerdem deutsche und europäische Umweltstandards an den Produktionsprozess angelegt werden.

Was wir tun werden

Wir werden unsere Aktivitäten zur Förderung nachhaltiger, ressourcen- und energiesparender digitaler Technologien ab 2021 mit der **Initiative „Green ICT – Grüne IKT“** ausbauen. Ziel ist die Entwicklung technologischer Lösungen zur Verringerung des Energieverbrauchs und der CO_2-Emissionen von informationsverarbeitenden und -speichernden Komponenten. Die reicht von Sensorik über

Digitalelektronik bis hin zu Prozessoren oder Serverfarmen (Clouds) und den dazugehörigen Kommunikationstechnologien.

Mit der **Initiative Batterie 2020** Transfer wird das BMBF ab 2020 außerdem die Entwicklung wieder aufladbarer elektrochemischer Energiespeicher entlang der gesamten Wertschöpfungskette fördern. Eine wesentliche Aufgabe ist die Entwicklung nachhaltigerer Batterien. Dies beinhaltet Ressourceneffizienz und -schonung bei der Herstellung und eine verlängerte Nutzungsphase, zum Beispiel durch Weiterverwendung von Batterien aus E-Fahrzeugen als stationärem Stromspeicher sowie das Recycling. Gleichzeitig sollen Batterien mit einer höheren Leistungsdichte und einem geringeren Ressourceneinsatz entwickelt werden. Dies erlaubt eine effiziente und nachhaltige Nutzung mobiler digitaler Endgeräte.

Handlungsfeld 3: Nachhaltigkeitsziele digital erreichen

3a. Digitale Innovationen für Energiewende, Umwelt- und Klimaschutz



Was wir wollen

Digitale Innovationen leisten schon heute erste Beiträge zur Lösung vieler drängender ökologischer Herausforderungen. Ihr Potenzial ist aber noch nicht ausgeschöpft. Die Anwendungsgebiete reichen von Verminderung der Umweltverschmutzung über Anpassung an den Klimawandel und den Erhalt der biologischen Vielfalt. Dabei können digitale Technologien nie für sich stehend die Lösung sein. Aber als Teil umfangreicherer, digital-sozialer Lösungsansätze erweitern sie die verfügbaren Handlungsmöglichkeiten entscheidend. Wir haben das Ziel, dieses Potenzial durch Forschung und Innovation voll auszuschöpfen.

Wo wir stehen

Für die **Energiewende**, die für die Bekämpfung des Klimawandels von herausragender Bedeutung ist, fördert das BMBF mit den **Kopernikus Projekten** die Entwicklung neuer Technologien und Verfahren. Im **Kopernikus-Projekt ENSURE** wird seit 2016 erforscht, wie das Stromnetz an eine volatile Stromerzeugung angepasst werden kann. Digitale Technologien sind hierbei für eine sichere Überwachung und Steuerung der zunehmend dezentral organisierten Netze unverzichtbar.

Wir brauchen Möglichkeiten zur Anpassung an die möglicherweise unabwendbaren Folgen des Klimawandels. Deshalb fördert das BMBF im Schwerpunkt **„Stadtklima im Wandel“** seit 2019 die Entwicklung eines neuen hochauflösenden Stadtklimamodells, das maßgeschneiderte Maßnahmen zur lokalen Anpassung an den Klimawandel ermöglicht. Beispiele hierfür sind Maßnahmen zur Verbesserung des Stadtklimas und der Luftreinhaltung. Zugleich legt der Förderschwerpunkt den Grundstein für die **Leitinitiative „Lokale Klima- und Umweltmodelle für Zukunftsstädte und -regionen“**.

Um den Rückgang der **Artenvielfalt** zu verstehen und Gegenmaßnahmen zu entwickeln, ist es wichtig, die Ursachen zu kennen. Zur Basis für dieses Verständnis

trägt das BMBF seit 2011 durch den **„German Barcode of Life (GBOL)“** bei. Die aktuelle Maßnahme GBOL II trägt zu dem langfristigen Ziel bei, jede Tier-, Pflanzen- und Pilzart in Deutschland anhand einer artspezifischen DNA-Barcodesequenz zu erfassen, zu archivieren und diese Informationen frei zur Verfügung zu stellen. Mithilfe der DNA-Barcodes können Organismen schnell, kostengünstig und eindeutig identifiziert werden. Aktuell sind bereits ca. 50% der oben genannten Organismen in einer Referenzdatenbank hinterlegt.

Mit dem Förderschwerpunkt **Agrarsysteme der Zukunft** verfolgen wir seit 2019 das Ziel, neue Methoden und Verfahren für eine nachhaltige Landwirtschaft voranzubringen. Dies ist ein weiterer wichtiger Ansatzpunkt für den Erhalt der Artenvielfalt und hat das Potenzial, den Konflikt zwischen Nahrungserzeugung und Schutz der Biodiversität aufzulösen. Unter anderem werden die Entwicklung und Anwendung von digitalen Technologien für eine nachhaltige Landwirtschaft gefördert. Ein Beispiel dafür ist der Einsatz künstlicher Intelligenz für Präzisionslandwirtschaft. Dadurch können Landwirte ihre Erträge sichern und gleichzeitig weniger chemische Pflanzenschutzmittel einsetzen.

Die Förderung einer nachhaltigen Landwirtschaft ist darüber hinaus Bestandteil der internationalen Aktivitäten des BMBF. Die internationale Fördermaßnahme **PRIMA (Partnership for Research and Innovation in the Mediterranean Area)**, an der das BMBF sich beteiligt, unterstützt seit 2018 die Zusammenarbeit im mediterranen Raum. Ziel ist es, unter anderem unter Einsatz von Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) und digitalen Anwendungen eine nachhaltige Praxis in der Land-, Ernährungs- und Wasserwirtschaft voranzubringen. Der Fokus liegt auf kosteneffizienten Lösungen (zum Beispiel Messtechnik, Sensoren, Entscheidungsunterstützungssysteme). Dabei geht es beispielsweise um die Verbesserung der Wassernutzungseffizienz in der Landwirtschaft und die Steigerung der Ressourceneffizienz in der Lebensmittelverarbeitung.

Was wir tun werden

Ab 2020 starten wir zwei neue Phasen im **Kopernikus-Projekt ENSURE**, um digitale Innovationen für die Energiewende kontinuierlich weiter zu fördern. Die geplante großtechnische Demonstration des in der ersten Phase entwickelten Netzbetriebs soll bis 2023 vorbereitet, umgesetzt und im realen Betrieb getestet werden. Ziel ist es, das systemische Zusammenwirken neuer, digital-unterstützter Netzstrukturen und Technologien aufzuzeigen. Damit soll veranschaulicht werden, wie der nachhaltige Umbau des Energiesystems gelingen kann. Digitale Lösungsansätze können dabei entscheidend dazu beitragen, die verschiedenen Energiesektoren miteinander zu

koppeln, sodass die verfügbare erneuerbare Energie auch für Wärme- oder Mobilitätsanwendungen genutzt werden kann.

Wir werden unsere **Leitinitiative „Lokale Klima- und Umweltmodelle für Zukunftsstädte und -regionen“** mit zwei Förderschwerpunkten ausbauen. Mit dem ersten Förderschwerpunkt **„Regionale Informationen zum Klimahandeln“** soll ab 2020 entscheidungsrelevantes Wissen zum Klimawandel in Kommunen und Regionen aufgebaut werden. Die Initiative setzt dabei auf digitale Nutzerschnittstellen und Informationswerkzeuge zur Unterstützung von Entscheidungen zu regionalen Anpassungen an den Klimawandel. Mit einem weiteren neuen Förderschwerpunkt **„Verknüpfung von lokalen Klimamodellen mit weiteren Umweltmodellen“** sollen ab 2021 die lokalen Klimamodelle mit weiteren Informationen aus Umweltmodellen kombiniert werden. Damit soll Stakeholdern eine noch breitere Wissensbasis für die Anpassung an den Klimawandel bereitgestellt werden. Ziel dabei ist, mit integrierten digital-gestützten Werkzeugen, für unterschiedliche Zielgruppen – wie Kommunen, Stadtplaner, Unternehmen und Bürger – relevante Daten zu bündeln. Auf dieser Basis können klimaangepasste und umweltfreundliche Entscheidungen getroffen werden.

Wir werden ab 2020 die Fördermaßnahme **„Wasser-Extremereignisse“** auflegen, um Städte und Gemeinden dabei zu unterstützen gut auf das vermehrte Eintreten solcher Ereignisse vorbereitet zu sein. Denn durch den Klimawandel wird die Anzahl an extremen Wetterereignissen zunehmen. Ein wesentlicher Schwerpunkt der Forschungsförderung wird die Entwicklung digitaler Instrumente für Monitoring, Analyse, Vorhersage und Kommunikation sein. Dies soll zu einem verbesserten Management beim Umgang mit Wasser-Extremsituationen beitragen.

Ab 2020 werden wir die schnelle Nutzung der Daten aus der **MOSAiC-Drift-Expedition** des Forschungseisbrechers Polarstern fördern. Die MOSAiC-Drift-Expedition endet im Herbst 2020 und schafft mit modernsten Messverfahren einen einmaligen Schatz neuer Klimadaten aus dem bisher wenig erforschten arktischen Winter. Die Nutzung dieser Daten für Prozess- und Klimamodellierung sowie für Fernerkundung wird das BMBF fördern. Die Ergebnisse dieser Forschung werden das Verständnis der sich wandelnden Arktis verbessern.

Wir werden unsere Forschungsförderung für Biodiversitätsmonitoring ab 2020 weiter intensivieren, um den Rückgang der Artenvielfalt noch besser zu verstehen. Die Fördermaßnahme **„GBOL - German Barcode of Life“** wird fortgeführt, um die Referenzdatenbasis für das DNA-basierte Monitoring noch weiter auszubauen.
Ca. 50% aller Tier-, Pflanzen- und Pilzarten in Deutschland müssen noch erfasst und

in die Datenbank aufgenommen werden. GBOL III setzt einen Fokus auf Insekten. Zur Internationalisierung von GBOL starten wir 2020 ein **Pilotprojekt im Kaukasus** (CaBOL) mit Partnern in Georgien und Armenien.

Mit der Ende 2019 startenden **Fördermaßnahme AMMOD** soll ein Prototyp einer „Wetterstation für die Artenvielfalt" entwickelt werden. Diese bildet die Basis für ein Netzwerk aus Multisensorstationen, mit dem ein großflächiges, automatisiertes und standardisiertes Monitoring verschiedenster Arten über lange Zeiträume ermöglicht werden soll.

Der für Anfang 2020 geplante Förderschwerpunkt **„Digital GreenTech"** soll die Potenziale der Digitalisierung zur Entwicklung intelligenter Umwelttechnologien weiter erschließen. Dabei sollen Anwender und digitale Ideengeber kooperieren und damit neues Wissen aus den Bereichen Digitalisierung und Umwelttechnologien zusammenführen. Im Fokus der Initiative stehen die Bereiche Wasserwirtschaft, Kreislaufwirtschaft, Ressourceneffizienz und nachhaltiges Landmanagement.

3b. Ressourceneffizientes, digitales Wirtschaften



Was wir wollen

Die ökonomische Wertschöpfung ist die Grundlage für unseren Wohlstand. Gleichzeitig ist sie für einen Großteil des Energie- und Ressourcenverbrauchs unserer Gesellschaft verantwortlich. Wir wollen in diesen Prozessen Energie und Ressourcen einsparen sowie CO_2-Emissionen und Schadstoffe entlang der gesamten Wertschöpfungskette senken. Dafür sollen digitale Innovationen erforscht werden. Gleichzeitig ist es unser Ziel, durch Effizienzgewinne die Wettbewerbsfähigkeit Deutschlands zu wahren. Mit Maßnahmen wie diesen, soll langfristig eine nachhaltige und gleichzeitig wettbewerbsfähige Wirtschaft in Deutschland geschaffen werden.

Wo wir stehen

Wir leisten mit drei Initiativen einen Beitrag zum effizienten, nachhaltigen Wirtschaften in der **Industrie 4.0**. Durch die **Initiative Industrie 4.0 - Kollaborationen in dynamischen Wertschöpfungsnetzwerken** wird seit 2017 die Entwicklung und

Einführung innovativer Lösungen für die Industrie 4.0 im Mittelstand gefördert. Seit 2019 werden mit den Fördermaßnahmen **Beherrschung der Komplexität bei der Entwicklung soziotechnischer Systeme** sowie **Lernende Produktionstechnik – Einsatz künstlicher Intelligenz (KI) in der Produktion** neue digitale Methoden der Produktentstehung sowie Formen der interdisziplinären Zusammenarbeit erprobt. Gleichzeitig wird die Leistungsfähigkeit und Funktionalität von Maschinen und Fertigungshilfsmitteln durch den verstärkten Einsatz von KI erhöht.

Die **Materialforschung** spielt eine Schlüsselrolle bei der nachhaltigen Gestaltung von Wirtschaftsprozessen. Ein geringerer Materialverbrauch, die Substitution nichtnachhaltiger Rohstoffe und eine längere Lebensdauer von Bauteilen haben hier einen großen Mehrwert. Deshalb fördert das BMBF seit 2019 mit der **Initiative „MaterialDigital" – Digitale Materialforschung** die Anwendung digitaler Methoden, wie Computersimulationen und digitale Zwillinge in der Materialforschung. Diese Methoden erlauben es, gänzlich neue Materialien mit bisher unbekannten Eigenschaften zu konzipieren und so zum Beispiel auch das Recyclingverhalten zu verbessern. Hierfür werden unter anderem Werkzeuge und Standards für die Datenspeicherung, Modellierung und Simulation von Materialstrukturen entwickelt.

Das BMBF fördert seit 2019 mit der **Fördermaßnahme „Ressourceneffiziente Kreislaufwirtschaft - Innovative Produktkreisläufe (ReziProK)"** die Weiterentwicklung digitaler Technologien, die in der Kreislaufwirtschaft eingesetzt werden. Insbesondere der Schwerpunkt „Kreislaufschließung durch digitale Technologien" hat das Potenzial Digitalisierung und Nachhaltigkeit zusammenzubringen. Erforscht werden beispielsweise Technologien zur sensorischen Erfassung für automatisierte Entscheidungsprozesse, Werkzeuge für das Closed Loop Supply Chain Management oder Blockchainanwendungen zur Umsetzung der Kreislaufwirtschaft.

Um digitale Technologien für eine nachhaltigere Nutzung von Wasserressourcen zu nutzen, fördert das BMBF seit 2018 Forschung zu **Wasser 4.0 – Digitale Wasserwirtschaft**. Digitale Lösungsansätze für Zustandsüberwachung, bei der Verteilung oder der Prozesssteuerung spielen hier eine große Rolle. Dadurch können das Wassermanagement verbessert und letztlich die Ressourcen Wasser und Energie eingespart werden.

Was wir tun werden

Ab 2021 planen wir eine zusätzliche **Förderinitiative zur Steigerung der Energie- und Ressourceneffizienz** und zum **nachhaltigen Wirtschaften in der Produktion**. Dabei

stehen unter anderem Ansätze zur nachhaltigeren Inbetriebnahme und zum digitalen Probebetrieb im Fokus, die den Verzicht auf physische Prototypen ermöglichen. Zur Anwendung kommen dabei digitale Prozessketten, Virtual Prototyping und Advanced System Engineering. Bei allen Ansätzen wird der gesamte Produktlebenszyklus inklusive der Nutzungsmöglichkeiten für das „End-of-Life“ betrachtet.

Mit der für Herbst 2020 geplanten zweiten Runde der **Initiative „MaterialDigital“** und der Verstetigung der **Multi-Akteur-Innovationsplattform „MaterialDigital“** werden wir die Materialforschung mit digitalen Methoden langfristig stärken und die Nutzungsmöglichkeiten auf weitere Branchen und Anwendungsfelder ausweiten. Die Industrie 4.0 wird damit auf den der Produktion vorgelagerten Prozess der Materialerforschung ausgedehnt und das Potenziale für nachhaltige innovative Materialen für noch mehr Branchen ausgeschöpft.

Wir werden mit der Fördermaßnahme **Anwendung von Methoden der Künstlichen Intelligenz in der Praxis** ab 2020 den Transfer von Forschungsergebnissen und den Austausch von Wirtschaft und Wissenschaft im Bereich KI fördern. Ziel ist die Entwicklung innovativer Anwendungen von Methoden der Künstlichen Intelligenz. Beispiele dafür sind die Steigerung der Effizienz und damit die Einsparungen von Ressourcen in den Anwendungsfeldern Erneuerbare Energien, Ökologie und Umweltschutz oder im Logistik- und Mobilitätssektor.

Mit dem bereits gestarteten **Wettbewerb „Internationale Zukunftslabore Künstliche Intelligenz“** unterstützen wir ab 2020 den Aufbau und die Arbeit von international besetzten Forscherteams in Deutschland, die zu aktuellen Forschungs- und Entwicklungsfragen der KI – auch im Kontext der Nachhaltigkeitsziele – arbeiten.

3c. Nachhaltige, digitale Innovationen für Wohlstand und zukunftsfähige Lebens- und Wirtschaftsräume

Das BMBF unterstützt die Ziele für nachhaltige Entwicklung.









Was wir wollen

Eine nachhaltige Entwicklung kann nicht ohne nachhaltige Geschäfts- und Lebensmodelle gelingen. Hierfür sind Städte und ländliche Gemeinden zentrale Ansatzpunkte. Urbane Räume sind gesellschaftliche Knotenpunkte und bieten zahlreiche Möglichkeiten für digitale Innovationen aufgrund der hohen Konzentration von

Akteuren und Nachhaltigkeitsherausforderungen. Gleichzeitig gilt es für eine ausgeglichene, nachhaltige Entwicklung die ökonomische und soziale Attraktivität in den ländlichen Räumen zu bewahren. Wir wollen dies durch nachhaltige digitale Innovationen unterstützen.

Wo wir stehen

Im **Cluster Digitalisierung und Sharing Economy** der Fördermaßnahme **Nachhaltiges Wirtschaften** werden bereits seit 2014 die sozialökologischen Auswirkungen der Sharing Economy und digitaler Konsum- und Geschäftsmodelle insbesondere in den Feldern Mobilität, Ernährung, Bekleidung, Übernachten und Produzieren/Reparieren untersucht. Aufbauend darauf werden praktische Anwendungen wie Online-Tools zur Vermeidung von Lebensmittelabfällen oder zur Nachhaltigkeitsbewertung touristischer Angebote entwickelt und erprobt.

Das BMBF fördert seit 2017 **individuelle und adaptive Technologien für eine vernetzte Mobilität**. Damit soll die Funktionalität und Attraktivität öffentlicher und geteilter Verkehrsmittel gesteigert und somit urbane Räume vom Individualverkehr entlastet werden. Hierfür werden innovative Technologien wie Serviceplattformen oder Leichtfahrzeuge entwickelt, die Menschen in ihrem Alltag die Möglichkeit geben, die Potenziale der Digitalisierung für eine vernetzte Mobilität zuverlässig und einfach zu nutzen. Dies trägt zu einer nachhaltigeren Mobilität bei.

Was wir tun werden

Wir werden 2020 die Fördermaßnahme **„Digitalisierung sozialökologisch gestalten – Wirtschaft und Gesellschaft mithilfe der Digitalisierung nachhaltiger machen“** starten. Mit dieser Maßnahme soll die Digitalisierung genutzt werden, um ökologische Herausforderungen zu bewältigen und das Leben der Menschen in sozialer, kultureller und wirtschaftlicher Hinsicht zu verbessern. Gefördert werden transdisziplinäre Projekte, die u.a. in Modellregionen und Reallaboren in drei Bereichen forschen und Lösungen erarbeiten: 1) Steuerungs- und Governance-Optionen für Wirtschaft, Politik und Zivilgesellschaft; 2) konkrete digitale Anwendungen und Produkte für grüne Geschäftsmodelle (Apps, Werkzeuge, Plattformen) und 3) soziale Innovationen für nicht direkt wertschöpfungsbezogene Lebensbereiche.

Die Innovationsplattform Zukunftsstadt soll ab 2020 mit der Förderrichtlinie **„Digitalisierung, vitale Innenstädte und Einzelhandel“** Lösungen zur Wiederbelebung zentraler Versorgungsbereiche in Innenstädten und Ortszentren beitragen. Dabei

spielt insbesondere die Verknüpfung der Online- und Offline-Welt eine zentrale Rolle.

Ebenfalls im Rahmen der **Innovationsplattform Zukunftsstadt** wird das BMBF ab 2020 die Zusammenarbeit von Datenwissenschaftlern und kommunalen Akteuren fördern. Ziel ist es, das städtische Zusammenleben nachhaltiger zu gestalten. Beispielsweise können digitale Ansätze für die Nutzung von Flächen oder zur Erfassung von Umweltbelastungen und Lärm entwickelt werden. Das „**Data Science for Sustainable Development (DSSD)“ Konzept** soll anschließend auf die Anwendung in ländlichen Räumen angepasst werden.

Wir planen ab 2021 mit dem **Förderschwerpunkt Interaktive Systeme in virtuellen und realen Räumen – Innovative Technologien für die digitale Gesellschaft** – die Entwicklung von Technologien der virtuellen und erweiterten Realität zu fördern. Ziel ist es, Lernen, gemeinsames Arbeiten sowie soziale und kulturelle Teilhabe über Distanzen hinweg zu ermöglichen und somit zu helfen, die Attraktivität ländlicher Räume zu wahren und die mit Mobilität verbundenen CO_2-Emissionen zu vermeiden.

3d. Digitale Innovationen für die Gesundheitsversorgung

Das BMBF unterstützt die Ziele für nachhaltige Entwicklung.





Was wir wollen

Die Digitalisierung schafft neue Möglichkeiten der Diagnose und Behandlung. Durch Datenanalysen können Krankheitsursachen besser verstanden und neue Präventions- und Therapieansätze entwickelt werden. Wichtige Instrumente dafür sind forschungskompatible elektronische Patientenakten, in denen die Gesundheitsdaten strukturiert erfasst werden. Dadurch erhalten Forschende neue Erkenntnisse über die Entstehung von Krankheiten und können innovative Behandlungen gezielt einsetzen. Auch in der Pflege bietet die Digitalisierung Potenziale. Betreuung von Pflegebedürftigen und Unterstützung des Pflegepersonals können beispielsweise durch digitale Assistenzsysteme verbessert werden. Mit deren Hilfe können Menschen möglichst lange ihren Alltag eigenständig leben. Wir möchten dazu beitragen, diese Chancen durch Entwicklung neuer digitaler Lösungen zu nutzen.

Wo wir stehen

Damit Patientendaten sicher zwischen Arztpraxen, Krankenhäusern und Forschungseinrichtungen ausgetauscht und verwendet werden können, schaffen wir seit 2016 in unserer **Medizininformatik-Initiative** die notwendigen strukturellen Voraussetzungen, Schnittstellen und Standards. Datenschutz und Datensicherheit spielen hierbei eine besonders große Rolle.

Darüber hinaus fördert das BMBF seit 2018 **Innovationen für eine bessere Versorgung im Gesundheits- und Pflegebereich**. Darunter finden sich Maßnahmen zur Entwicklung von digitalen Plattformen für den Gesundheitsbereich, zu interaktiven Systemen auf Basis virtueller und erweiterter Realität sowie zu robotischen Systemen für die Pflege. Pflegeroboter ermöglichen eine höhere Selbstbestimmung für Patienten und Pflegebedürftige, bieten Unterstützung für Pflegekräfte und Angehörige und können zu einer Lösung der Personalprobleme im Pflegebereich beitragen.

Was wir tun werden

Ausgehend von den an der Medizininformatik-Initiative beteiligten Unikliniken wird das BMBF ab 2020 in **Digitalen Fortschrittshubs Gesundheit** erproben, wie Krankenhäuser, Arztpraxen, Forschungseinrichtungen und Krankenkassen an digitalen Versorgungsansätzen zusammenarbeiten können. Es soll modellhaft gezeigt werden, wie Patientendaten von nicht-universitären Einrichtungen für die Gesundheitsforschung genutzt werden können. Außerdem geht es darum, zu untersuchen, wie eine digitale Gesundheitsversorgung von verschiedenen Institutionen deutschlandweit angewendet werden kann.

Die Erfahrungen aus der datenunterstützten Medizin bringen wir ab 2020 in eine **Roadmap zu Digitalen Gesundheitsinnovationen** ein. Durch einen breit angelegten Agendaprozess sollen die notwendigen strukturellen, organisatorischen und rechtlichen Neuerungen rasch und abgestimmt umgesetzt werden.

Der BMBF-Schwerpunkt **Pflegeinnovationen 2030: Digitalisierung und KI in der Pflege** wird ab 2021 gefördert. Im Fokus stehen Technologien, die dabei helfen, die steigenden Anforderungen an das Personal und an mehr Flexibilität in der Pflege zu bewältigen. So können beispielsweise durch das Sammeln geeigneter Daten und deren Aufbereitung mittels KI die Entscheidungsprozesse und das Handeln im Pflegealltag unterstützt werden. Profitieren können dabei sowohl Pflegebedürftige als auch Pflegebeschäftigte und Angehörige.

Exkurs: Digitalisierung & Nachhaltigkeit in der institutionellen Förderung

Neben der Projektförderung in den vielfältigen Förderprogrammen unterstützt das BMBF dauerhaft Forschung in verschiedenen außeruniversitären Forschungseinrichtungen. Im Rahmen dieser institutionellen Förderung haben wir die Potenziale der Digitalisierung für die nachhaltige Entwicklung und Maßnahmen für eine nachhaltige Digitalisierung auf die Forschungsagenda gesetzt. In eigenen Digital- und Nachhaltigkeitsstrategien beschreiben die geförderten Institutionen ihre jeweiligen Schwerpunkte. Beispielhafte Projekte der institutionellen Förderung zur Verknüpfung von Digitalisierung und Nachhaltigkeit sind:

Digitale Energiewende

Das Karlsruher Institut für Technologie (KIT) und das Forschungszentrum Jülich erproben im **Energie Lab 2.0** – einer großskaligen Forschungsinfrastruktur - das Zusammenspiel verschiedener Komponenten künftiger Energiesysteme und neue Ansätze zur Stabilisierung der Energienetze. Dabei werden unter Einbindung von Informations- und Kommunikationstechnologien elektrische, thermische und chemische Energieströme verknüpft. Die Potenziale zu Transport, Verteilung, Speicherung und Nutzung erneuerbare Energien können auf diese Weise zur Umsetzung der Energiewende genutzt werden.

Daten und Digitalisierung zum Schutz von Klima, Meeren und Umwelt

Im **Helmholtz Forschungsbereich „Erde und Umwelt“** beteiligen sich 8 Forschungszentren an der interdisziplinären Forschung zu grundlegenden Funktionsweisen des Erdsystems und zu Wechselwirkungen zwischen Natur und Gesellschaft. Digitale Technologien unterstützen dabei maßgeblich die langfristigen Beobachtungssysteme und die Vorhersagemodelle zu Veränderungen unseres Planeten. Aus den Erkenntnissen folgen wissensbasierte Handlungsempfehlungen zum Erhalt unserer Lebensgrundlagen.

Das **Potsdam Institut für Klimafolgenforschung** untersucht Fragestellungen in den Bereichen globaler Wandel, Klimawirkung und nachhaltige Entwicklung. Insbesondere in der Abteilung Komplexitätsforschung werden dabei Verfahren des maschinellen Lernens erprobt und somit digitale Technologien zum Nutzen für eine nachhaltige Entwicklung eingesetzt.

Die globale Erforschung der Ozeane ist Grundlage für einen nachhaltigeren Umgang und damit den Erhalt der Meere und Ozeane. Georeferenzierte Daten sind dabei der Schlüssel zu neuen Erkenntnissen. Die 2019 gegründete **Deutsche Allianz Meeresforschung** erarbeitet im Kernbereich Datenmanagement & Digitalisierung ein integriertes, verlässliches und nachhaltiges Datenmanagementkonzept für meeresbezogene Datensätze. Im Netzwerk und engem Dialog mit den außeruniversitären Forschungseinrichtungen und den Hochschulen entwickelt die Allianz Standards, die den Zugriff auf dezentrale Datensätze und ihre Nutzung erleichtern.

Das **GEOMAR Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung Kiel** betreibt das Datenmanagementportal OSIS (Ocean Science Information System) und koordiniert das Projekt Digital Earth, das auf der Ebene der visuellen und KI-basierten Datenanalyse operiert. Es zielt auf die nachhaltige Integration von Data Science in der Erdsystemforschung ab.

Fußnoten

[1] WBGU – Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (2019): Unsere gemeinsame digitale Zukunft. Berlin: WBGU. 340-345: Tabelle 8.2.1-1

[2] McKinsey Global Institute, Notes from the AI Frontier – Applying AI for Social Good, 2018

[3] The Shift Project, Climate Crisis: The unsustainable use of online Video - The practical case study of online video, 2019

[4] Tilmann Santarius, Martin Soland, How Technological Efficiency Improvements Change Consumer Preferences: Towards a Psychological Theory of Rebound Effects, 2017

Impressum

Herausgeber
Bundesministerium für Bildung
und Forschung (BMBF)
Referat Grundsatzfragen, Digitalisierung
und Transfer
Abteilung Zukunftsvorsorge – Forschung für
Grundlagen und nachhaltige Entwicklung
53170 Bonn

Bestellungen
schriftlich an
Publikationsversand der Bundesregierung
Postfach 48 10 09,
18132 Rostock
E-Mail: publikationen@bundesregierung.de
Internet: bmbf.de
oder per
Tel.: 030 18 272 272 1
Fax: 030 18 10 272 272 1

Stand
Dezember 2019 (unveränderter
Nachdruck März 2020)

Text
BMBF

Gestaltung
familie redlich AG – Agentur für
Marken und Kommunikation

KOMPAKTMEDIEN – Agentur für
Kommunikation GmbH

Druck
BMBF

Bildnachweise
Titel: Adobe Stock/Hero Images

Diese Publikation wird als Fachinformation des Bundesministeriums für Bildung und Forschung kostenlos herausgegeben. Sie ist nicht zum Verkauf bestimmt und darf nicht zur Wahlwerbung politischer Parteien oder Gruppen eingesetzt werden.

bmbf.de